



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Forskning i klimatilpasning af byggeri

Aagaard, Niels-Jørgen; Rasmussen, Torben Valdbjørn

Published in:
Håndbog i klimaledelse

Publication date:
2009

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Aagaard, N.-J., & Rasmussen, T. V. (2009). Forskning i klimatilpasning af byggeri. I *Håndbog i klimaledelse: Grøntmij/Carl Bro* (s. kapitel 8.6). Forlaget Andersen.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Håndbog i klimaledelse



Særtryk af "Forskning i klimatilpasning af byggeri"
Af Forskningschef Niels-Jørgen Aagaard og Seniorforsker
Torben Valdbjørn Rasmussen, Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)

Juli 2009

8.6 Forskning i klimatilpasning af byggeri

Forskningschef Niels-Jørgen Aagaard, Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)¹
Seniorforsker Torben Valdbjørn Rasmussen (SBI)
nja@sbi.dk
tvr@sbi.dk

Indhold

Hvordan kan scenarie-tænkningen bruges i forskningen inden for byggeri? Er der nye forskningsområder, der bør prioriteres? Hvilke antagelser og datagrundlag bruges af forskerne? Hvordan skabes forskningsfokus på områder med stor samfundsmæssig relevans?

Det var nogle af de spørgsmål, som vi stillede til forskningschef Niels-Jørgen Aagaard og Seniorforsker Torben Valdbjørn Rasmussen fra Statens Byggeforskningsinstitut, SBI, AAU (Byggeri og Sundhed). Det førte til en samtale om SBI's tilgang til forskning i klimatilpasning af eksisterende byggeri. Det følgende er uddrag af samtalen.

1. Scenarie-tænkning i forskningen
2. Forventede klimaændringer og konsekvenser for byggeriet
3. Risici og nye muligheder
4. Nye tilgange i forskningen

Scenarie-tænkning

1. Scenarie-tænkning i forskningen

Som grundlag for beslutninger vedrørende byggeri er der i regeringens klimatilpasningsstrategi peget på tre scenarier, der behandles mere eller mindre jævnyrdigt. Scenarierne er baseret på data fra FNs Klimapanel IPCC, der står for 'Intergovernmental Panel on Climate Change', samt den viderebearbejdning til danske forhold som Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) har foretaget.¹

De danske forhold

Scenarierne der antages mest sandsynlige for danske forhold kaldes A2, B2 og EU2C. To af de mest sandsynlige scenarier (A2 og B2), som er medtaget i grundlaget for regeringens strategi, er begge fra IPCC. Regeringens klimatilpasningsstrategi bygger endvidere på et scenarium, der tager udgangspunkt i EU-landenes målsætning om, at stigningen i den globale opvarmning, efter industrialiseringen, højst må blive 2 grader celsius. I DMI's bearbejdning til danske forhold kaldes dette scenarium EU2C.

Samme generelle tendenser på kort sigt

SBI tager, som fælles reference, i sine forskningsprojekter og i sine betragtninger udgangspunkt i de tre scenarier: A2, B2 og EU2C. Det er de samme tendenser, der ses i alle tre scenarier, men de er indbyrdes noget forskellige i vurderingen af de faktiske konsekvenser på langt sigt. Langt sigt er i den sammenhæng fremskrivninger frem til perioden år 2071-2100. Scenarierne viser generelt samme tendens i forhold til de ændringer i klimaet, der har størst betydning for bygningernes funktion på kort sigt, op til år 2035. I perioden, på mellemlangt sigt, år 2036-2065, begynder scenarierne at skille sig ud fra hinanden.

Usikkerheden øges med fremskrivningen

Usikkerheden på scenarierne og dermed også konsekvenserne af klimaforandringerne øges med fremskrivningen i tiden. Selve usikkerheden i de globale konsekvenser er det vanskeligt at sige noget om. De ændringer i klimaet, der har størst betydning for bygningernes funktion er: flere og længerevarende hedeølger, hyppigere og stærkere regnfald, kraftige-
re storme, måske mere sne, fugtigere vejr og havstigning.

Scenarium	A2			B2			EU2C		
Årstal	2006-2035	2036-2065	2071-2100	2006-2035	2036-2065	2071-2100	2006-2035	2036-2065	2071-2100
Land									
Årsmiddeltemperatur	+0,6°C	+1,4°C	+3,1°C	+0,7°C	+1,4°C	+2,2°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,4°C
Vintertemperatur (DJF)	+0,6°C	+1,4°C	+3,1°C	+0,7°C	+1,3°C	+2,1°C	+1,0°C	+1,7°C	+2,0°C
Sommertemperatur (JJA)	+0,5°C	+1,3°C	+2,8°C	+0,6°C	+1,3°C	+2,0°C	+0,7°C	+1,1°C	+1,3°C
Årsnedbør	+2%	+4%	+9%	+2%	+5%	+8%	0%	+0%	+0%
Vinternedbør (DJF)	+8%	+19%	+43%	+6%	+11%	+18%	0%	0%	+1%
Sommernedbør (JJA)	-3%	-7%	-15%	-2%	-4%	-7%	-2%	-3%	-3%
Maximum døgnnedbør (JJA)	+4%	+10%	+21%	+5%	+12%	+20%	+11%	+18%	+22%
Hav									
Middelvind (DJF)	+1%	+2%	+4%	+1%	+1%	+2%	+1%	+1%	+1%
Max. stormstyrke (DJF)	+2%	+5%	+10%	0%	+1%	+1%	+1%	+1%	+1%
Max. vandstand ved Vestkysten			+0,45-1,05m*						

Tabel 1 Beregnet dansk klimaændring udtrykt som ændring i forhold til perioden 1961-1990 for de tre klimascenarier A2, B2 og EU2C (se Note 1)

Indikator	A2	B2	EU2C	Nutids-værdi
Antal døgn med frost (døgn/ år med T min under 0°C)	-44	-31	-26	73
Vækstsæsonens længde (døgn i træk over 5°C)	55	39	22	224
Årets længste hedeølge (døgn i træk, T max mere end 5°C over normal)	9	4	4	5
Varme sommernætter (% døgn T min over normal 90 percentil)	20	13	10	10
Antal døgn med ≥ 10 mm nedbør (døgn/ år)	3	3	-1	13
Årets største 5-døgnssum af nedbør (mm/ 5-døgn)	4	4	1	47
Middelintensitet af nedbør for døgn med mere end 1 mm (mm/ døgn)	0,3	0,3	0	4,7
Kraftige nedbørhændelser (% nedbør over normal 95 percentil)	5	6	0	32

Tabel 2 Udvalgte ekstremindikatorer for de tre klimascenarier, A2, B2 og EU2C.

Tabellen viser forskellen mellem middelværdier i tredveårsperioderne 2071-2100 og 1961-1990. Sidste kolonne viser modellernes nutidsværdi som gennemsnittet mellem de to nutidssimuleringer, der indgår i DMIs undersøgelse (Modellens nutidsresultater er ikke fuldstændigt identiske med de målte værdier for perioden 1961-1990, men i rimelig overensstemmelse). Se viderebearbejdning af Scenarierne til danske forhold fra Danmarks Meteorologiske Institut (DMI): http://www.dmi.dk/dmi/dmi_projektrapport_togradersklimascenarium.pdf

Ved vi nok?

Mange mennesker overvejer lige nu, om vi ved nok, før vi kan handle i forhold til at tage klimahensyn i byggeriet. Nogle mennesker mener, at vi har brug for mere viden, før vi kan handle. Problemet vil i så fald blive, at man ikke får gjort noget, fordi man vurderer, at der er for stor usikkerhed i beslutningsgrundlaget.

Det er en balance om at gennemføre det nødvendige og tilstrækkelige tiltag i tide, for på den måde at få gennemført de relevante klimatilpasningstiltag. De mest interessante klimatilpasningstiltag kan karakteriseres ved, at de fremtidige ydeevnekrav kan opnås med en beskedent investering, og at de er rettet mod krav som der allerede er – eller som der inden for en kort årrække vil være - et behov for eller ønske om at opfylde.

Derfor kan det ikke afgøres med den viden vi har i dag, om tiltag baseret på de angivne scenarier vil vise sig at være utilstrækkelige, eller om de vil komme til at fremstå som en overreaktion.

Lokalisering er det vigtigste

Det vigtigste er, også i forhold til regeringens klimastrategi, at få lokaliseret konsekvenserne af de klimaforandringer, som nu opfattes som evidente på den korte bane. Med lokalisering menes at få forandringerne nedskaleret til lokale forhold. Dvs. få sagt noget om, hvad det betyder for vandstandsstigningen, for nedbørsmængderne, for mønsteret af nedbør, for vindmønstrene og alle de andre parametre, som har betydning for bygningernes funktion og ydeevne her i Danmark.

Det vi kan sige noget om nu med nogenlunde sikkerhed er med andre ord kun klimaforandringerne på den korte bane i det nordvestlige Europa. Hvad det så betyder lige her og nu i Danmark er mere usikkert. Det kan vi kun sige noget om ved at fokusere på de lokale forhold. På kommuneniveau, ja helt ned til matrikelniveau.

Fra abstrakt til konkret

Vi skal bevæge os fra det meget abstrakte overordnede niveau til niveauer, vi kan operere på. Et er at sige noget om generelle tendenser, noget andet er at sige, hvordan og hvor meget man skal reagere. Det svarer til, at vi skal bevæge os fra de generelle klimascenarier til et konkret scenarium, der tager udgangspunkt i hvordan vi tror, at netop en given adresse vil være påvirket om fx 47 år, med den usikkerhed der er på dataene for konsekvenserne af klimaforandringerne.

Af fremtidsscenarier kan vi analysere konsekvenser, og dem kan vi godt sige noget om nu, men på et overordnet strategisk niveau. Vi har derimod svært ved at sige noget på et konkret niveau, da usikkerhederne ved de enkelte scenarierne ikke er kendt. Ligeledes er konsekvenserne af de enkelte scenarier ukendt, da vi ikke kender den eksisterende bygningsmasses robusthed over for ændringer i klimaet.

Usikkerheden et grundvilkår for strategisk planlægning

Enhver erhvervsleder ved, at på det strategiske niveau er man nødt til at agere i forhold til rigtig mange usikkerheder. Man agerer i sin planlægning i forhold til noget, man ikke kender, nemlig fremtiden: hvor er vi på markedet i fremtiden, hvordan ser omkostningsstrukturen ud, hvilken teknologi har vi til rådighed eller hvilken teknologi kan vi udvikle osv.

Den tilsvarende usikkerhed har vi i forhold til ændringer i klimaet i langt højere grad, kan man sige. Det indikeres ved, at de udvalgte scenarier for klimaændringer på langt eller mellemlangt sigt er temmelig uenige om, hvor store forandringerne bliver. Og det er helt afgørende for, hvilke ændringer i klimaet, vi må tage højde for, og dermed hvilke tiltag vi skal prioritere. Hvilket er relateret til den enkelte bygning. For det ensartede udførte byggeri, typisk relateret til bestemte bygningstyper eller perioder hvor det samme konstruktionsprincip er anvendt, kan behovet for tiltag udvides til at omfatte flere/grupper af bygninger. Dog slår relevante scenarier fast, at der kommer forandringer i klimaet i retning af en øget belastning.

Nødvendigt med mere og dybere viden

Konkluderende kan man sige, at vi har brug for mere viden om klimaændringerne. Samtidig har vi også brug for forskning der kan tilvejebringe viden om betydningen af klimaændringerne på vores normer, standarder og den måde vi har valgt at bygge vores bygninger på, før vi kan handle meningsfuldt i forhold til vores bebyggede miljø; især har vi brug for viden om klimaforandringerne lokalt og en kortlægning af byggeriets anvendte konstruktionsprincipper for at kunne sige noget om konsekvenserne for det byggede miljø og deraf aflede anbefalinger af konkrete handlinger.

Forventede klimaændringer	2. Forventede klimaændringer og deres betydning for byggeriet Generelt viser scenarierne at det fremtidige vejr vil indeholde mere ekstremt vejr, det ekstreme vejr kommer hyppigere, fx er vi vant til korterevarende hedeølger i Danmark, fremover vil de komme hyppigere, og når de kommer, varer de længere.
Hyppigere storme	<p>Vi forventer ikke at skulle forberede os på meget voldsommere storme, dvs. vi forventer at max stormstyrken stiger 10 %. Dog vil de voldsomme storme komme hyppigere.</p> <p>Det betyder, at et givent byggeri vil blive 'trykprøvet' hyppigere og dermed testes for, om det kan holde til det, det er dimensioneret til. I virkeligheden er der rigtig mange huse, der slet ikke er prøvet af, til det de burde kunne holde til, altså til den storm, det snefald, den regnmængde eller hvad det nu er for et klimaparameter vi taler om, som alle huse skulle være dimensionerede til, men som de aldrig er blevet prøvet af til. Det er de færreste huse i Danmark, der har været testet til grænsen, fordi forekomsten af det ekstreme vejr kommer fra en tilfældig retning og har en uensartet udbredelse. Fremover vil de danske huse hyppigere blive testet til grænsen for, hvad de kan klare, og det vil gøre, at flere af dem vil vise sig ikke at kunne klare det ekstreme vejr. Det vil opleves af offentligheden, som om at klimaet er blevet værre, men det er det ikke nødvendigvis, men husene er bare blevet sat på en prøve.</p>
Konstruktionsfejl	<p>En gennemgang af skaderne efter stormen i 1999 viste, at de huse, der blev skadet, alle var behæftet med konstruktionsfejl. Bygningerne opfyldte altså ikke bygningsreglementets krav til last og sikkerhed.</p> <p>Bygningsreglementet 2008, BR08 kræver, på lige fod med tidligere bygningsreglementer, at de bærende konstruktioner i et byggeri opfylder en række krav til last og sikkerheden.</p> <p>Som husejer eller den ansvarlige for bygninger er det en god ide at sikre sig, at huset eller bygningerne ikke er opført med væsentlige fejl i forhold til kravene om last og sikkerhed. I forbindelse med den almindelige vedligeholdelse af et hus eller af bygninger skal man være opmærksom på, at der kan foregå en nedbrydning, som kan svække konstruktionerne. Man skal derfor være opmærksom på, at konstruktionerne foruden at være opført med fejl og mangler med tiden kan svækkes, så de ikke længere opfylder bygningsreglementets krav til last og sikkerhed.</p>

Kraftig vind

Ved opførelse af byggeri er det nødvendigt at tage højde for kraftig vind. Vind påvirker fritstående mure, delvist tildækkede tagflader og bygninger med både et direkte vindtryk og med et undertryk på læsiden. Kraftig vind kan forårsage, at byggematerialer, konstruktioner, midlertidige konstruktioner, stilladser, kraner og andet udstyr river sig løs, til fare og gene for omgivelserne. Ligeledes er det vigtigt, at midlertidige forankringer, samlinger og konstruktioner er udført korrekt. Ligesom man bør træffe foranstaltninger for at holde byggeriet tørt, da kraftig vind typisk følges af nedbør. Nedbør kan bløde jorden op, medføre ændret stabilitet og fx øge risikoen for, at træer vælter. Derfor kan det være en god idé i tide at få fældet et træ, der truer en bygning.

Visionen om bæredygtighed

3. Risici – og nye muligheder

Den overordnede vision om bæredygtighed er en slags 'overligger' for hele byggeriet.

Derunder udfolder sig to aspekter. For det første forebyggelsesaspektet, hvor der er fokus på reduktion af CO₂-udledninger. For det andet er der tilpasningen til de klimaforandringer, der i en eller anden udstrækning er sket, er ved at ske eller kommer til at ske.

Nyt klima – nye muligheder

Klimatilpasningen vil på den ene side medføre omkostninger og risici. På den anden side skal vi huske, at der også er en masse muligheder forbundet med det, både erhvervsmæssige, naturmæssige og komfortmæssige for mennesker.

Temperaturstigninger giver fx mulighed for indvandring af nye arter i naturen og bedre vækstbetingelser i landbruget. Det giver også mulighed for udvikling af nye produkter og reduktion af energiforbruget til opvarmning af bygninger. Voldsommere temperaturudsving vil fx give et større marked for et produkt, der kan regulere indetemperaturen. For fremtidens køleanlæg eller køleprincipper er det vigtigt at vælge løsninger, som ikke skader bygningen, og at undgå dyre og ineffektive løsninger fx luftkølingsanlæg med lav virkningsgrad.

Nybyggeri: Køle- og solcelleanlæg

For nybyggeri er det muligt at vælge såkaldt passive løsninger for at minimere energiforbruget. Det kunne fx være kombinerede køle- og solcelleanlæg. Solcelleanlæg ville bedre matche tidspunkterne for behov og optimal produktion af energi. Det kunne også være en løsning baseret på naturlig ventilation eller skygge, fx solafskærmning som persiennet, udhæng og markiser. Ved køling af en bygning skal man være opmærksom på, at sommerkøling - også ved naturlig ventilation - kan give anledning til høj relativ luftfugtighed, og dermed risiko for vækst af skimmelsvampe som kan medføre allergiproblemer.

Store vinduesarealer – fordel og ulempe

For at få glæde af det naturlige lys bygges mange huse i dag med store vinduesarealer imod syd og vest. De store vinduesarealer kan imidlertid medføre ubehag med direkte sol og varme. Flere solskinstimer med kraftigere sol forventes at give en større UV-belastning. Øget UV-belastning vil øge nødvendigheden for vedligeholdelse, da nedbrydningen af organiske byggematerialer, herunder træ, plast og maling vil øges. Hedeølger er en belastning for mange mennesker. For syge, ældre og svagelige kan varmen ligefrem blive livstruende. Selv en marginal stigning i antallet og længden af hedeølger vil formentlig kunne udløse en efterspørgsel efter køling i fx daginstitutioner, plejehjem, ældreboliger, idrætsanlæg og skoler.

Sikring af sundhed

Bygningsreglementet 2008 kræver, at bygninger skal opføres, så unødvendigt energiforbrug til opvarmning, varmt vand, køling, ventilation og belysning undgås, samtidig med at der opnås tilfredsstillende sundhedsmæssige forhold. Tilsvarende gælder ved ombygning og andre væsentlige forandringer af bygninger.

Et netnedbrud i USA og ét, der truede Frankrig, har været tilskrevet det forhold, at mange mennesker på næsten samme tidspunkt besluttede at tænde for deres luftkølingsanlæg.

Flest muligheder – eller risici?

Således er der foruden risici også muligheder i forandringen. Om det bliver plus på den ene side dvs. risici eller plus på den anden side dvs. muligheder, og hvilken der bliver den dominerende, det får tiden vise. Det er bestemt ikke givet, at det er et tabsgivende spil for det danske samfund.

Systematik: afgræns problemer og risici – og se på mulighederne

Klimaforandringer er gennemgribende vilkårsforandring for menneskelig aktivitet, som vi systematisk ønsker at afdække konsekvenserne af. Den første opgave ligger i at afgrænse problemet og risiciene, og derefter at udvikle mulighederne i det. For en erhvervsleder, offentlig chef eller husejer betyder det, at man kan starte med det mest sandsynlige scenarium og spørge, hvad betyder det for min virksomhed, mine faciliteter, mine medarbejdere eller mit hus? Der er formentlig tiltag, som man fremover nok skal lade være med at gennemføre, fordi den direkte risikoen eller risikoen for relaterede produkter eller bygningsdele forøges, nogle ting man skal være mere opmærksom på, og drift- og vedligeholdelsesmæssige procedurer, man skal tænke igennem igen.

Erhvervslederens perspektiv

For en erhvervsleder er det formentlig relevant med en gennemgang af virksomhedens bygninger, at gennemtænke deres drift, og eventuelt gennemføre forebyggende tiltag i relation til de ændringer i klimaet, der har størst betydning for bygningernes funktion.

Engang vil man nok kigge tilbage og indse, at der kun var meget få produkter, der ikke blev berørt af klimaforandringerne. Om man så kan skille ad, hvad der var forandringer, der bare var en følge af samfundets og teknologiens generelle udvikling og innovation, eller om de var en følge af klimaforandringer, det bliver nok vanskeligt. Men hvis man tager et scenarium, der fx siger, at i år 2100 vil der forekomme hyppigere og stærkere regnfald med en stigning i den maksimale døgnnedbør på 22%, så svarer det til, med hensyn til nedbør, at flytte vores samfund til den norske vestkyst om sommeren og så spørge, om det stadig vil se ud som det gør i dag?

Kommunens ansvar	Ved drift og vedligehold af eget hus eller af bygninger hvor man har ansvar for service og forsyninger, fx skoler, plejehjem, vejnet, vandforsyning og spildevand, er det i mange tilfælde relevant at overveje behovet for klimatilpasning.
Fugtteknisk dokumentation	<p>Kommunerne har via en række ændringer i bygningsreglementet 2008 mulighed for at sikre tørt byggeri ved at stille krav om fugtteknisk dokumentation. Kravet kan stilles i byggetilladelsen. Det er vigtigt at undgå fugt i byggeriet. Dette gøres ved:</p> <ul style="list-style-type: none">- at bruge tørre bygningskomponenter- at undgå at byggematerialer bliver våde under transport- at opbevare materialer tørt frem til selve afleveringen- at holde byggeriet så tørt som muligt til det er helt færdigt.
Kloaknettet	For kloaknettet er det vigtigt, at pludselige store vandmængder kan opsamles i forsinkelsesbassiner med reguleringsbygværker, som regulerer afstrømningen. Ved koblingen til det eksisterende kloaknet kan man etablere et overløbsværk, som hjælper med til at håndtere særlig kraftige vandmængder. God terrænregulering kan tænkes ind i terrænet, så vand ledes bort på en kontrolleret måde. Bygværker til opsamling af vand skal sikres og vedligeholdes, så de ikke er til fare for forbipasserende og børn.
Bygningers vedligehold	Når bygninger vedligeholdes, er det vigtigt, at tagrender, nedløb, riste og brønde holdes rene og fri for blade og snavs.
Nye produkter vil vinde frem	På alle mulige måder vil der ske forandringer. Nye konstruktionsprincipper skal udvikles som vil give plads til nye produkter, der på sin side vil fortrænge allerede kendte produkter og løsninger.

Ny fokus i forskningen	4. Nye tilgange i forskningen Forskningen i byggeriet må inddrage konsekvenserne af klimaforandringer på forskellige måder. Der vil komme nye forskningsprojekter, som vi ellers ikke ville have tænkt på, og der vil være en tendens til at eksisterende forskningsområder vil få en profilering eller en toning, som i højere grad fokuserer og inkluderer konsekvenser af klimaforandringer.
Klimaet og forskningsprioriteringer	Der vil da nok opstå en vis <i>bias</i> i forhold til at få skabt noget viden på dette område, men vi udvælger forskningsprojekter ud fra en slags filtrering. Hvis vi fx sidder med 100 forskningsideer, vil de komme igennem et filter af samfundsmæssig relevans: hvad er vigtigst for tiden for samfundet? Vi har den vision at levere nyttige forskningsresultater til gavn for det byggede miljø og for samfundet som helhed. Offentlige forskningsinstitutioner er ikke profitorienterede, som en privat virksomhed eksempelvis ville være, og filtrerer derfor sine forskningsideer ud fra hensynet til hvad gavner helheden bedst; fx hvor der er mest gennemslagskraft, hvad giver mest værdi for pengene, eller hvilket problem der trænger sig mest på ud fra hensyn til det bebyggede miljø samt menneskers sundhed og sikkerhed.
Præventive tiltag	<p>Noget af det nye, som samfundet nu må tage fat på, er hvordan man kan få skabt motivation og incitamenter for præventive tiltag i forhold til et ændret klima.</p> <p>Der er selvfølgelig allerede besluttet præventive foranstaltninger, fx er det klogt at bygge højere diger i Sønderjylland, <u>før</u> man får oversvømmelsen, hvis man med sikkerhed kan forudsige en højere vandstand og har et ønske om at bevare det bagvedliggende område tørt. Det er præventive tiltag.</p> <p>Et tilsvarende eksempel kunne jo være at få fugtisoleret sin kælder udvendigt, før man får et forøget grundvandstryk pga. forhøjet grundvandsspejl og dermed en ubrugelig kælder. Det kunne også være et præventivt tiltag.</p>
Spontan tilpasning	<p>En anden type af aktioner kunne man kalde spontan tilpasning, altså ikke en egentlig besluttet tilpasning, i den forstand at den er kommet <u>før</u> klimaforandringer forekommer, men efterhånden som klimaændringerne kommer.</p> <p>For eksempel: Hvis man har oplevet en oversvømmet kælder pga. et kæmpe regnskyl, som kloakken ikke kunne tage, så sætter man højt vandslukke/kloak-kontraventil i tilslutningen til kloaknettet, og så er tilbageløbende vand i kloaknettet stoppet. Det er ikke besluttet oppefra i samfundssystemet. Det er ageren på markedet i forhold til de indtrufne klimaændringer.</p>

Tilsvarende gælder for, at man leder vand bort fra bygninger og befæstede arealer på en hurtig og effektiv måde og etablerer udvendig tætning af kældervægge eller omfangsdræn for at forhindre vand i at trænge ind i bygninger.

Forskning i motivationsfremmende, spontan tilpasning

Klimatilpasning kan opfattes som en kombination af disse tilpasningsformer; den præventive og den spontane tilpasning. Det kunne være et genstandsområde for forskning. Hvordan kan man så at sige få indsigt i de mekanismer og skabe en eller anden motivationsfremmende, spontan tilpasning, så det ikke er noget der ødelægger folks økonomi, hvis de er nødt til akut at reagere på klimaforandringerne konsekvenser. Det kan være låneformer, eller det kan være hele socialiseringssiden af det, den måde klimaforandringerne påvirker samfundet på.

Fremtidsforskning og scenarier

Forskning i klimatilpasning er forskning i fremtiden, dvs. det er krystalkuglekiggeri. En vej at gå er at tænke i scenarier, men selvom der er udviklet metoder til det, så er det at tænke i scenarier ofte et relativt simpelt grundlag at beslutte store samfundsmæssige investeringer på. Beskrivelser af scenarier ender typisk ikke blot i at pege på et scenarium som det mest sandsynlige, men snarere, at det kan være scenarierne 1, 2, 3 eller 4, der er det mest sandsynlige, dvs. at der opstilles et antal forskellige scenarier, der konkurrerer med hinanden, og virkeligheden forventes at blive et mix-up af dem.

Stokastiske metoder – alle fænomener er usikre

Et andet tværgående, fremadrettet aspekt kunne derfor være at udvikle forskningsmetoder, der med fokus på klimahensyn på det lange sigte, arbejder ud fra analyser af det vi allerede ved. Man kunne fx udvikle stokastiske metoder, der betragter alle fænomener som usikre, og som kan beskrives med en spredning, en fordeling, en middelværdi osv. Virkeligheden ses da som resultatet af sådanne processer. Sådanne metoder kunne bruges for at beskrive fremtiden på en måde, hvor der til et scenarium er knyttet information om scenariets sandsynlighed. På den baggrund kan man så lave sine antagelser og dimensionere efter det, dvs. lave dimensioneringsanvisninger og forandringsanvisninger på hele det bebyggede miljø, baseret på en mere stringent og nuanceret beskrivelse af konsekvenser af forandringer.

Usikkerheden ved de bagvedliggende antagelser

Kritikken vil måske være, at det kan være svært at gennemskue hvilke forudsætninger og grundlæggende antagelser, der ligger bag denne metode, i modsætning til det at tænke i scenarier, hvor man gør en dyd ud af, hvad det er for antagelser, man baserer sig på i forhold til en dimensionering af en bygning eller en proces- eller driftsorienteret beslutning.

Svær at kommunikere, men god som beslutningsgrundlag

Pointen er dog, at antagelserne der ligger bag også gøres til genstand for en bedømmelse af sandsynligheden, eller om man vil usikkerhed, som skrives ind i modellen. Man får nok et resultat, der er sværere at kommunikere, men det har til gengæld vist sig at være en utroligt stærk metodisk tilgang. Denne type metoder har med succes været anvendt ved bedømmelse af bærende konstruktioners sikkerhed i en årrække. Det er måske ikke nemt at kommunikere i den brede debat, men er til gengæld velegnet til beslutningsstøtte.

Dynamiske beslutningsprocesser

Bag store beslutninger om store infrastrukturelle tiltag, som fx at beslutte at bygge en bro eller at dekommissionere en boreplatform, er der mange antagelser og mulige konsekvenser af en handling. Der er tale om dynamiske beslutningsprocesser. At overveje den bedste beslutning indebærer, at beslutningsstøtteværktøjer skal kunne håndtere usikkerhederne ved enhver hændelse beskrevet som en del af modellen.

Systematik er nødvendig

Usikkerhedsvurderingen gøres selv til genstand for overvejelser om usikkerhed. Hvis man skal kaste rigtig mange penge efter klimatilpasning, har vi ikke råd til lade være med at tænke os om på en systematisk måde. Vi skal ramme så præcist som muligt. Dertil kræves udvikling af nye metoder, som ikke er baseret på erfaring, men på forudsigelser og beskrivelse af disses usikkerheder.

Scenarie-tænkning på den korte bane

Det at tænke i scenarier har dog relevans på kort sigt, hvor scenarierne der antages mest sandsynlige for danske forhold, A2, B2 og EU2C, er overvejende enige. Der kan man agere med en vis sikkerhed, i modsætning til det lange sigte, hvor der som sagt er behov for metoder, der kan håndtere usikkerheden som er knyttet til scenarierne. Vi har ikke brug for overskriftsdrevet nervøsitet og panik, for det får folk til at kaste penge efter øjeblikkets opmærksomhed.

Registrering af hændelser

SBi arbejder i øjeblikket med at registrere alvorligt svigt i byggeriet i samarbejde med Erhvervs- og Byggestyrelsen. Ved alvorlige svigt forstås hændelser, der kan medføre tab af menneskeliv eller tab af større værdier. Denne type hændelser vil vi gerne registrere for at se, om der er et mønster i det, og så bruge dette mønster til forebyggende tiltag. Vi er i gang med at etablere en netbaseret database for alvorlige svigt, hvor vi indhenter informationer fra de parter, der er involveret i svigthændelser.

Det vigtigt at opbygge erfaring om fænomener og hændelser i byggeriet, der er knyttet til klimapåvirkninger. Så når der er en hændelse, der er markant nok til, at man lægger mærke til den, så skal den registreres med henblik på at eftersøge overordnede mønstre i denne erfaring.

Gætterier og stikprøver

Hvis man i stedet bare prøver at gætte på, hvad en given konsekvens af klimaforandring kan betyde for den danske bygningsmasse, er den baseret på en forestilling om, hvordan denne bygningsmasse er sammensat. En forestilling, som måske ikke er rigtig. Der er i dag ingen steder hvor man kan skabe sig et sådan overblik over den danske bygningsmasse. Man kan selvsagt lave store stikprøver, men det er dyrt, så mere sandsynligt vil det nok være at man blot vil afvente og se, hvad der sker.

Bygningsmassen er ikke beskrevet

Der findes rigtig mange bygninger i Danmark, som der ikke findes en dækkende beskrivelse af. Bygningsmassen forandrer sig hele tiden, og der er i dag ikke et centralt sted, hvor informationen kan opsamles. Derfor har vi i dag ikke en særlig præcis viden om betydningen af de forventede klimaændringer på bygningsmassen og det bebyggede miljø.

Om forfatterne:

Niels-Jørgen Aagaard, Forskningschef, Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)



Niels-Jørgen Aagaard er Civilingeniør PhD og forskningschef for Byggeri og Sundhed ved Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) ved Aalborg Universitet siden 2005. Før da var han i en længere årrække udviklingschef og videnledelseschef i rådgivningsvirksomheden COWI, hvor han arbejdede bredt inden for byggeri og anlægsområdet og opbyggede en bred ledelseserfaring. I dag er Niels-Jørgen medlem af regeringens forskningsfaglige rådgivningspanel for klimatilpasning og arbejder i sin egen forskning blandt andet med svigt i byggeriet og sikkerhed af bærende konstruktioner. Niels-Jørgen underviser endvidere på DTU Byg.

Torben Valdbjørn Rasmussen, Seniorforsker, Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)



Torben Valdbjørn Rasmussen er civilingeniør og PhD med diplom fra Danmarks Tekniske Universitet, DTU-Byg. Siden 1991 har Torben arbejdet som seniorforsker på Statens Byggeforskningsinstitut, SBI, Aalborg Universitet, i afdelingen for Byggeri og Sundhed. Torben har specialiseret sig inden for bygningsfysik og har publiceret en lang række nationale og internationale artikler inden for modeldannelse, materialekarakterisering og bygningsrelaterede forhold samt udarbejdet testmetoder til prøvning og karakterisering af materialers mekaniske egenskaber. Torben var i 2008 medarrangør af '8th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries, NSB2008' som blev afholdt i København. Yderligere holder Torben oplæg og foredrag om efterisolering af eksisterende bygninger, Bygningsreglement 2008, klimatilpasning af byggeri og andre bygningsfysiske forhold samt indgår i samarbejder som konsulent ved produktudvikling af komponenter til byggeriet.

¹interview foretaget af Eva Born Rasmussen, Grøntmij | Carlbros d. 7. november 2008

²Det er muligt at læse mere om de tre scenarier i *Katalog over mulige konsekvenser af fremtidige klimaændringer og overvejelser om klimatilpasning. Udarbejdet af den Tværministerielle Arbejdsgruppe for Klimatilpasning. September 2007. Se: http://193.88.185.141/Graphics/Publikationer/Klima/katalog_klimaaendringer/index.htm*

Regeringens klimatilpasningsstrategi er tilgængelig på: http://193.88.185.141/Graphics/Publikationer/Klima/Klimatilpasning/klimatilpasningsstrategi_03032008.pdf

Rapporten fra FNs Klimapanel IPCC er tilgængelig på: <http://www.ipcc.ch>

Klimaministeriets oplysning til erhverv, kommune og borger på: <http://www.klimatilpasning.dk>

Kort om håndbogen i klimaledelse

Klimaledelseshåndbogen er en erhvervshåndbog, rettet mod mellemledere og topledere i dansk erhvervsliv og det offentlige.

Bogen indeholder en bred vifte af forslag til og eksempler på, hvordan stat, regioner og kommuner samt private virksomheder kan arbejde med klimaledelse som en ny og vigtig ledelsesdisciplin.

Håndbogen består af i alt 39 artikler, skrevet af 22 forskellige eksterne forfattere og 14 forskellige rådgivere fra Grontmij | Carl Bro.

Erhvervshåndbogen er udviklet i samarbejde med Forlaget Andersen.

Erhvervshåndbogen udkommer som abonnement og opdateres 4 gange årligt med nye artikler og er derfor altid aktuel. Den findes på print og som internetversion, og sælges som abonnement til enten print eller internetversion.



Redaktører:



Hans-Martin Friis-Møller
Divisionsdirektør
Tlf. 2723 6090



Eva Born Rasmussen
Afdelingschef
Tlf. 2723 4634



Sigurd Bunk Lauritsen
Chefrådgiver
Tlf. 2723 4478

Eksterne skribenter

Anne Gadegaard Larsen	Director	Novo Nordisk A/S
Claus Stig Pedersen	Direktør for Bæredygtig Udvikling	Novozymes
Göran Wilke	Sekretariatschef	Elsparafonden
Helle Zinner Henriksen	Lektor	CBS
Henrik Karlsen	Managing Partner	5i
Jeffrey Saunders	Fremtidsforsker	Instituttet for Fremtidsforskning
Johan Peter Paludan	Direktør	Instituttet for Fremtidsforskning
John Finnich Pedersen	Kommunikationsdirektør	Siemens A/S
Jørgen Abildgaard	Direktør	Pöyry Energy Management Consulting AS
Jørgen Mads Clausen	Direktør	Danfoss A/S
Kurt Emil Eriksen	Afdelingsleder	VELUX A/S
Lars Bonde	Koncerndirektør	TrygVesta
Mikael Jentsch	Teknisk Direktør	Frederikshavn Kommune
Niels-Jørgen Aagaard	Forskningschef	Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)
Peter Ingwersen	Creative Director	NOIR
Peter Karnøe	Professor	CBS
Peter Rathje	Administrerende Direktør	ProjectZero
Susse Georg	Professor	CBS
Søren Dyck-Madsen	Klima- og energimedarbejder	Det Økologiske Råd
Thomas Færgeman	Direktør	CONCITO
Thomas Øster	Business Development Director	Arriva
Torben Valdbjørn Rasmussen	Seniorforsker	Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)

Klimaledelseshåndbog



Bestil Klimaledelseshåndbogen og få den nyeste viden inden for området. Håndbogen opdateres fire gange om året, både på print- og internetversion.

Du bestiller håndbogen ved at udfylde felterne nedenfor eller på vores hjemmeside:
www.klimaledelse.dk

Priser på håndbogen

Klimaledelseshåndbog:
Vælg version Internet (kr. 2980)
Håndbog (kr. 3480)
Begge (kr. 3980)

Fornavn:

Efternavn:

E-mail:

Telefon:

Titel:

Firma:

Adresse:

Postnr. og by:

Yderligere oplysninger:

Eva Born Rasmussen
Afdelingschef
+45 4348 4634
email: EvaBorn.Rasmussen@grontmij-carlbro.dk